

Prevalencia e intensidad de helmintos parásitos del tracto digestivo de la trucha arcoiris *Oncorhynchus mykiss nelsoni* (Pisces: Salmonidae), de Baja California, México

Martha E. Valles-Ríos y Gorgonio Ruiz-Campos

Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de Baja California, Apartado Postal 1653, Ensenada, Baja California, C.P. 22800, México U.S. Mailing: P.O. Box 189003-064, Coronado, CA. 92178.

(Rec. 8-II-1995. Rev. 3-VIII-1995. Acep. 13-IX-1995)

Abstract: The prevalence and mean intensity of helminths in the digestive tract of San Pedro Mártir rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss nelsoni*) were studied in the Arroyo San Rafael, Baja California, México, by examining 175 specimens (44-208 mm standard length and 0-4 years old) during one year. The trematode *Crepidostomum cooperi* (Hopkins 1934) (Allocreadiidae) was the most prevalent (prevalence = 81%) and numerous (mean intensity = 14.7) parasite, followed by the nematode *Rhabdochona cascadilla* Wigdor 1918 (Rhabdochonidae) (38% and 3.9, respectively). The mean intensity of *C. cooperi* increased with the length and age of the host, but it was similar between sexes. In addition, the mean intensity of *R. cascadilla* was similar regarding the length, age, and sex of the host.

Key words: *Oncorhynchus mykiss nelsoni*, parasitic helminths, prevalence, México.

La trucha arcoiris de San Pedro Mártir, *Oncorhynchus mykiss nelsoni* (Evermann), es endémica de la pendiente occidental de la Sierra San Pedro Mártir, Baja California, México (Miller 1950, Ruiz-Campos & Pister 1995), y del complejo taxonómico arcoiris-costero, es considerada la población autóctona más sureña en Norteamérica (Smith 1984, Behnke 1992). Esta subespecie, cuyo estatus de conservación es el de "preocupación especial" debido a su confinada distribución y baja abundancia (Williams *et al.* 1989, Ruiz-Campos & Pister 1995), se caracteriza por su corta longevidad (≤ 4 años), talla pequeña (< 260 mm longitud patrón [LP]), baja fecundidad (promedio = 15.34 ovocitos/cm LP), madurez sexual precoz (> 1 año), conducta no migratoria [población interior o aislada], y su capacidad curitérmica durante verano en su habitat natural (rango diario = 14.0 a 24.6 °C) (Ruiz-Campos 1993).

Diversos estudios sobre helmintos parásitos en poblaciones de trucha arcoiris (*O. mykiss* spp.) han sido realizados en diferentes localidades de Norteamérica (*e.g.* Haderlie 1953, Sandeman & Pippy 1967, Edwards & Nahhas 1968, Mudry & Anderson 1977, Muzzall 1993); sin embargo, no existe información referente a los helmintos parásitos de la trucha arcoiris endémica de San Pedro Mártir.

En el presente estudio, se determinó la prevalencia e intensidad media de los helmintos parásitos del tracto digestivo de la trucha arcoiris (*O. m. nelsoni*), y se analizó su relación con la edad, talla y sexo del huésped.

MATERIALES Y MÉTODOS

Entre enero 1988 y enero 1989, fueron recolectadas un total de 175 truchas con un equipo de electropesca (!10 V ca) en el Arroyo

San Rafael, Sierra San Pedro Mártir, Baja California, México (Rancho Mike's Sky, altitud 1219 m, 31° 06' 35" latitud norte y 115° 38' 05" longitud oeste). El arroyo tiene una anchura y profundidad promedio de 5.9 m y 34 cm, respectivamente; su fondo es de arena-grava de origen granítico, donde dominan larvas de insectos tricópteros, dípteros, y efemerópteros (Ruiz-Campos 1993, Ruiz-Campos & Pister 1995).

Las truchas recién capturadas fueron medidas (mm LP), pesadas (g) y sexadas. Enseguida se preservaron en hielo (~4 °C) y se transportaron al laboratorio. Para propósitos comparativos, las truchas se separaron en tres clases de talla: I, ≤100 mm; II, 101-130 mm; y III, ≥131 mm. La edad de las truchas fue determinada por interpretación de anillos de crecimiento anual en escamas (Ruiz-Campos 1993).

Las truchas fueron disecadas y el tracto digestivo fue separado en sus diferentes órganos (esófago, estómago, ciegos pilóricos e intestino) para el análisis parasitológico. Los parásitos removidos fueron identificados, cuantificados y preservados. Los trematodos se fijaron con solución de alcohol-formaldehído-ácido acético [AFA] (2-24 h según el tamaño del parásito) y preservados en etanol 70%. Posteriormente se tiñeron con tricrómico de Gomori y se montaron en laminillas con una hase de resina sintética (Preservslide EM Science, Cherry Hill, N.J., E.U.A.). Los nematodos fueron fijados con solución Bouin por 24 h y preservados en etanol 70%. Después fueron clareados con gelatina-alcohol y montados en laminillas sobre una base de gelatina glicerínada. La determinación taxonómica se basó en los criterios de Hopkins (1934) y Yamaguti (1958) para *C. cooperi*, y en Byrne (1992a) para *R. cascadilla*. El material de helmintos se encuentra depositado en la Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de Baja California, Ensenada, Baja California, México.

La prevalencia e intensidad parasitaria fueron calculadas de acuerdo con Margolis *et al.* (1982).

La relación entre el número de parásitos (táxones combinados y separados) y la talla de la trucha (sexos combinados y separados) fue determinada estadísticamente con el coeficiente de correlación de Pearson [*r*] (Sokal & Rohlf 1981): Asimismo, el número de parásitos entre

órganos, clases de talla, edad, y sexo de la trucha, fueron comparados para cada situación con una prueba ANOVA (1 vía).

RESULTADOS

De 175 truchas disecadas (44-208 mm LP), 151 (86%) presentaron helmintos parásitos (*n*=2351) en el tracto digestivo. El trematodo *Crepidostomum cooperi* (Hopkins 1934) (Allocreadiidae) contribuyó con el 88% del total de helmintos removidos y el nematodo *Rhabdochona cascadilla* Wigdor 1918 (Rhabdochonidae), con el 11% (Cuadro 1). Otros táxones de parásitos no identificados (un nematodo [*n*= 18] y un trematodo [*n*= 4]) aportaron el 1%.

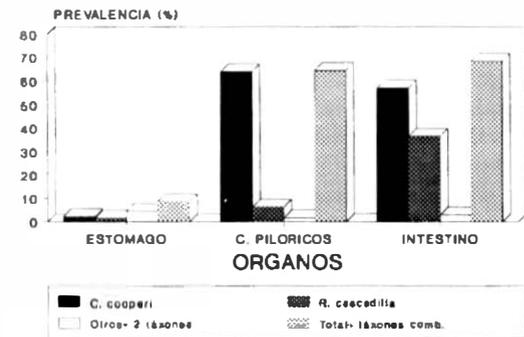
CUADRO I

Número, intensidad media y porcentaje de prevalencia de helmintos parásitos del tracto digestivo de la trucha arcoiris *Oncorhynchus mykiss nelsoni*. Número de peces examinados= 175

Táxones de helmintos	n	%n	im	%p
<i>Crepidostomum cooperi</i>	2068	88	14.7	81
<i>Rhabdochona cascadilla</i>	261	11	3.9	38
Trematodos no identificados	4	<1	1.0	2
Nematodos no identificados	18	<1	1.8	6
Total	2351		15.6	86

n= número de individuos. %*p*= porcentaje de prevalencia, e *im*= intensidad media.

Prevalencia: En las truchas examinadas, los parásitos *C. cooperi* y *R. cascadilla*, presentaron valores de prevalencia de 81% y 38%, respectivamente (Cuadro 1). La prevalencia de parásitos (todos los táxones combinados) a nivel de órganos del tracto digestivo del huésped fue mayor en el intestino (69%) y los ciegos pilóricos (65%), y menor en el estómago (9%) (Fig. 1). El trematodo *C. cooperi* registró la mayor prevalencia en los ciegos pilóricos (64%) e intestino (57%), y la menor en el estómago (2%). Por su parte, el nematodo *R. cascadilla* prevaleció más en el intestino (37%) y menos en el estómago (2%) y ciegos pilóricos (6%). Otros táxones de parásitos, particularmente nematodos no identificados, ocurrieron con una prevalencia de 5% en el estómago (Fig. 1).



PECES EXAMINADOS-175

Fig. 1. Prevalencia de helmintos parásitos a nivel de órganos del tracto digestivo de la trucha arcoiris (*O. mykiss nelsoni*).

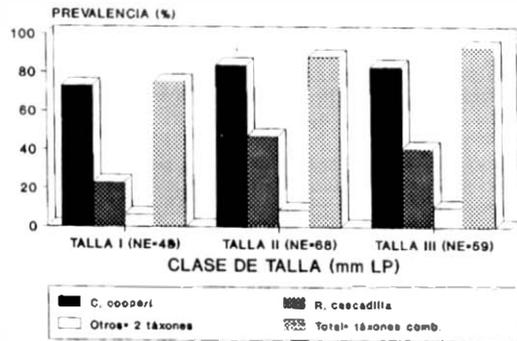


Fig. 2. Prevalencia de helmintos parásitos por clase de talla de la trucha arcoiris (*O. mykiss nelsoni*). NE= número de peces examinados.

La prevalencia de los parásitos en relación a la talla, edad y sexo del huésped, se describen a continuación:

Talla: La prevalencia de parásitos (todos los táxones combinados) se incrementa con la talla de la trucha (Fig. 2), de 75% (clase de talla I, ≤ 100 mm LP) a 93% (clase de talla III, ≥ 131 mm LP). Cabe anotar que *C. cooperi* fue el más prevalente en todas las clases de talla (73% a 84%, Fig. 2).

Edad: Con relación a la edad del huésped, la mayor prevalencia de parásitos (todos los táxones combinados) fue registrada en los peces de dos (91%) y tres años (92%), y menor en los juveniles o con edad < 1 año (71%, Fig. 3). Para las diferentes edades, *C. cooperi* y *R. caecadilla* registraron respectivamente las siguientes prevalencias: juveniles, 71% y 16%; 1 año, 83% y 48%; 2 años, 87% y 30%; y 3 años, 67% y 67%. El único ejemplar examinado de 4 años no fue incluido para este análisis.

Sexo: La prevalencia de parásitos (todos los táxones combinados) por sexo de la trucha se ilustra en la figura 4. Aquí la ocurrencia de parásitos no exhibió preferencia por alguno de los sexos del huésped (Tabla de Contingencia [$X^2 = 4.66$, g.l.= 2, $p > 0.05$]). El trematodo *C. cooperi* fue el parásito más prevalente entre los sexos del huésped (hembras= 81%, machos= 85%, e inmaduros= 73%; Fig. 4), y exhibió una similar presencia en todos ellos ($X^2 = 2.11$, g.l.= 2, $p = 0.35$). En el caso del nematodo *R. caecadilla*, su presencia fue dependiente del sexo del huésped ($X^2 = 10.33$, g.l.= 2, $p < 0.01$), siendo mayor en hembras (46%) y machos (43%), y menor en inmaduros (16%, Fig. 4).

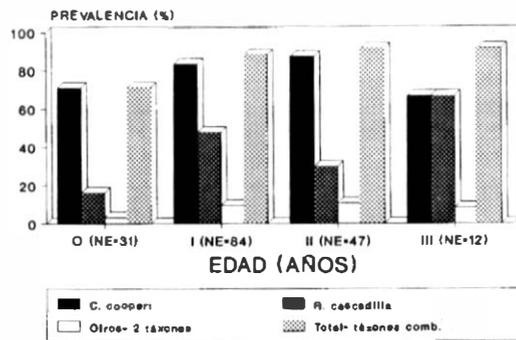


Fig. 3. Prevalencia de helmintos parásitos por clase de edad de la trucha arcoiris (*O. mykiss nelsoni*). NE= número de peces examinados.

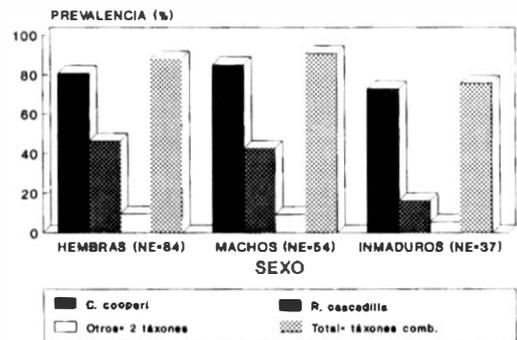


Fig. 4. Prevalencia de helmintos parásitos por sexo de la trucha arcoiris (*O. mykiss nelsoni*). NE= número de peces examinados.

CUADRO 2

Intensidad media de helmintos parásitos en relación a la talla, edad, y sexo de la trucha arcoiris, *Oncorhynchus mykiss nelsoni*

Huésped	Parásitos	
	<i>Crepidostomum cooperi</i>	<i>Rhabdochona cascadilla</i>
clase de talla (mm L.P)		
I (≤ 100)	6.3	3.5
II (101 -130)	12.6	3.8
III (≥ 131)	23.0	4.2
clase de edad (años)		
0	6.9	3.2
I	12.0	2.9
II	20.3	6.4
III	30.8	3.9
Sexo		
hembras	15.8	3.5
machos	17.5	4.7
juveniles	7.2	2.7

Intensidad media: La intensidad media de parásitos (todos los táxones combinados) por pez infectado fue de 15.6 individuos, siendo *C. cooperi* el más numeroso (14.7) (Cuadro 1). El nematodo *R. cascadilla* exhibió una intensidad media de 3.9, y otros táxones no identificados registraron valores bastante bajos (1 a 1.8). La intensidad media de parásitos por clase de talla, edad y sexo del huésped se detalla en el Cuadro 2.

Análisis estadístico: La intensidad media de parásitos (todos los táxones combinados) fue significativamente diferente entre clases de talla ($F= 4.97$, $p<0.01$), clases de edad ($F= 2.96$, $p= 0.03$) y órganos de la trucha ($F= 5.25$, $p<0.01$); sin embargo, fue similar entre sexos del huésped ($F= 2.11$, $p= 0.13$). A nivel de taxón, la intensidad media de *C. cooperi* fue similar entre sexos de la trucha ($F= 1.81$, $p= 0.17$); pero fue diferente entre clases de talla (sexos combinados; $F= 5.79$, $p<0.01$) y clases de edad del huésped (sexos combinados; $F= 3.33$, $p= 0.02$). Por su parte, la intensidad media de *R. cascadilla* fue similar a nivel de clases de talla ($F= 0.23$, $p= 0.80$), clases de edad ($F= 0.33$, $p= 0.80$), y sexo del huésped ($F= 0.78$, $p= 0.46$).

El número de parásitos (todos los táxones combinados) por pez infectado demostró una correlación positiva significativa con la longitud patrón de la trucha ($r= 0.24$, $g.l.= 149$, $p<0.01$). A nivel de taxón, solamente el número de vermes de *C. cooperi* por pez infectado exhibió una correlación positiva significativa con la talla del huésped (ambos sexos combinados; $r= 0.29$, $g.l.= 139$, $p<0.01$).

DISCUSIÓN

En el presente estudio se registró una baja riqueza de especies ($n= 4$) en comparación con otros salmónidos, tales como trucha arcoiris *O. mykiss* ssp. ($n= 9$) y salmón rey *Oncorhynchus tshawytscha* ($n= 10$) del Río Pere Marquette, Michigan, E.U.A. (Muzzall 1993); trucha café *Salmo trutta* de la isla Kvaloya, Noruega ($n= 9$, Hartvigsen & Halvorsen 1993) y del suroeste de Inglaterra ($n= 14$, Hartvigsen & Kennedy 1993); trucha de arroyo *Salvelinus fontinalis* de la isla Newfoundland, Canadá ($n= 12$, Marcogliese & Cone 1991); y trucha alpina *Salvelinus alpinus* de tipo anadroma ($n= 16$) y no anadroma ($n= 15$) de la península de Labrador, Canadá (Bouillon & Dempson 1989). Asimismo, un bajo número de especies de helmintos parásitos ($n= 2$) fue registrado por Mpoame y Rinne (1984), en dos subespecies de trucha del suroeste de Norteamérica (trucha gila, *Oncorhynchus gilae gilae*; y trucha apache, *O. gilae apache*).

El bajo número de especies de helmintos parásitos en la trucha arcoiris de San Pedro Mártir (SPM), es probablemente resultante de la influencia combinada de diversos factores intrínsecos y extrínsecos, tales como: (1) el menor tamaño y corta longevidad del huésped (Bell & Burt 1991), que en el caso de la subespecie aquí estudiada, posee una talla y edad máxima de 260 mm LP y 4 años, respectivamente (Ruiz-Campos 1993); (2) la distribución espacial restringida (Bell & Burt 1991, Marcogliese & Cone 1991) y el mayor aislamiento geográfico del huésped (Eseh *et al.* 1988, Dobson 1990), siendo ambos factores aplicables para la trucha endémica de SPM, cuyo aislamiento geográfico ocurrió hace 10,000 años durante el período de desglaciación (Robert R. Miller *in litt.*); (3) la dominancia de una especie núcleo de parásito

dentro de la especie huésped (Hartvigsen & Halvorsen 1993, Hartvigsen & Kennedy 1993), siendo en este caso, *Crepidostomum cooperi* la especie núcleo de parásito de la trucha arcoiris de SPM; y (4) la menor presencia y poco movimiento de aves ictiófagas en el lugar estudiado (Hartvigsen & Kennedy 1993), lo cual fue también observado para nuestra área de estudio en el Arroyo San Rafael, donde solamente fue registrado de manera ocasional el "martín pescador pardo del Pacífico" (*Ceryle alcyon caurina* Grinnell), en un período de siete años (Ruiz-Campos 1993).

El parásito dominante en el tracto digestivo de la trucha arcoiris de SPM fue *Crepidostomum cooperi*, con una prevalencia de 81% y una intensidad media de 14.7 vermes; cuyos valores son relativamente menores a los registrados para este mismo parásito en la trucha gila (100% y 28.1 vermes; Mpoame & Rinne 1984); pero muy superiores a los referidos por Muzzall (1993) para *C. cooperi* (4% y 1.0 vermes) en la trucha arcoiris de Pere Marquette River, Michigan.

Los altos valores de prevalencia y de intensidad media de las especies de parásitos antes citadas, son posiblemente resultantes de la dieta de la trucha, ya que consume una significativa proporción de larvas de efemerópteros (moscas de mayo) durante primavera y verano (Ruiz-Campos & Cota-Serrano 1992, Ruiz-Campos 1993). En alusión a lo anterior, el trematodo *C. cooperi* utiliza como segundo huésped intermediario a las larvas de efemerópteros (Collins & Dechtiar 1974, Marcogliese *et al.* 1990). De la misma manera, las larvas de efemerópteros sirven como huésped intermediario para el nematodo *Rhabdochona cascadilla* (Gustafson 1939, Byrne 1992a, 1992b). Esta subespecie de trucha al igual que otros salmónidos (*cf.* Hicks & Threlfall 1973), registró una mayor prevalencia y número de parásitos (todos los táxones combinados) a medida que incrementa su talla y edad. La misma tendencia fue demostrada entre el número de *C. cooperi* y la talla de la trucha (sexos combinados), concordante con lo observado por Mpoame y Rinne (1984) en la trucha gila.

De una manera sucinta, se concluye que la trucha arcoiris *Oncorhynchus mykiss nelsoni*, posee un bajo número de especies de helmintos parásitos, siendo el trematodo *Crepidostomum cooperi*, el más prevalente y de mayor intensi-

dad media. Además, el número de parásitos (todos los táxones combinados) por pez infectado se incrementa con la talla y edad del huésped.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a Lucio Galavíz-Silva del Laboratorio de Parasitología, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León, su ayuda en la determinación taxonómica de los helmintos parásitos. Asimismo, agradecemos a Ernesto Campos y dos revisores anónimos por sus comentarios al manuscrito. El Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, México (convenio P22OCCOR-892393) apoyó económicamente este estudio.

RESUMEN

La prevalencia e intensidad media de helmintos del tracto digestivo de la trucha arcoiris de San Pedro Mártir (*Oncorhynchus mykiss nelsoni*) fueron analizadas en 175 especímenes (44-208 mm longitud patrón y 0-4 años) del Arroyo San Rafael, Baja California, México (Enero 1988 a Enero 1989). El trematodo *Crepidostomum cooperi* (Hopkins 1934) (Allocreadiidae) fue el parásito más sobresaliente (prevalencia= 81%) y numeroso (intensidad media= 14.7), seguido por el nematodo *Rhabdochona cascadilla* Wigdor 1918 (Rhabdochoniidae) (38% y 3.9, respectivamente). La intensidad media de *C. cooperi* incrementó con la longitud y edad del huésped, pero fue similar entre sexos. Asimismo, la intensidad media de *R. cascadilla* fue similar con respecto a la longitud, edad, y sexo del huésped.

REFERENCIAS

- Behnke, R.J. 1992. Native trout of western North America. American Fisheries Society Monograph 6. Bethesda. 275 p.
- Bell, G. & A. Burt. 1991. The comparative biology of parasite species diversity: internal helminths of freshwater fish. *J. Animal Ecol.* 60: 1047-1063.
- Bouillon, D.R. & J.B. Dempson. 1989. Metazoan parasites infections in landlocked and anadromous Arctic charr (*Salvelinus alpinus* Linnaeus), and their use as indicators of movement to sea in young anadromous charr. *Can. J. Zool.* 67: 2478-2485.
- Byrne, P.J. 1992a. *Rhabdochona rotundicaudatum* n. sp. and a redescription of *R. cascadilla* Wigdor, 1918 (Nematoda: Thelazioidea) from minnows in southern Ontario, Canada. *Can. J. Zool.* 70: 476-484.
- Byrne, P.J. 1992b. On the biology of *Rhabdochona rotundicaudatum* and *R. cascadilla* (Nematoda:

- Thelazioidea) in stream fishes from southern Ontario, Canada. *Can. J. Zool.* 70: 485-493.
- Collins, J.J. & A.O. Dechtiar. 1974. Parasite fauna of kokanee salmon (*Oncorhynchus nerka*) introduced into Lake Huron. *J. Fish. Res. Bd. Can.* 31: 1818-1821.
- Dobson, A.P. 1990. Models for multi-species parasite-host communities, p. 261-289. In G.W. Esch, A.O. Bush, & J.M. Aho (eds.). *Parasite Communities: Patterns and Processes*. Chapman and Hall, Londres.
- Edwards, S.R. & F.M. Nahhas. 1968. Some endoparasites of fishes from the Sacramento-San Joaquin Delta, California. *Calif. Fish Game* 54: 247-256.
- Esch, G.W., C.R. Kennedy, A.O. Bush & J.M. Aho. 1988. Patterns in helminth communities in freshwater fish in Great Britain: alternative strategies for colonization. *Parasitology* 96: 519-532.
- Gustafson, P.V. 1939. Life cycle studies on *Spinitectus gracilis* and *Rhabdochona* sp. (Nematoda:Thelaziidae). *J. Parasitology* 25: 12-13.
- Haderlie, E.C. 1953. Parasites of the fresh-water fishes of northern California. *Univ. Calif. Publ. Zool.* 57: 303-440.
- Hartvigsen, R. & C.R. Kennedy. 1993. Patterns in the composition and richness of helminth communities in brown trout, *Salmo trutta*, in a group of reservoirs. *J. Fish Biol.* 43: 603-615.
- Hartvigsen, R. & O. Halvorsen. 1993. Common and rare trout parasites in a small landscape system. *Parasitology* 106: 101-105.
- Hicks, F.J. & W. Threlfall. 1973. Metazoan parasites of salmonids and coregonids from coastal Labrador. *J. Fish Biol.* 5: 399-415.
- Hopkins, S.H. 1934. The papillose Alloeocreadiidae. III. *Biol. Monogr.* 13: 1-80.
- Marcogliese, D.J. & D.K. Cone. 1991. Importance of lake characteristics in structuring parasite communities of salmonids from insular Newfoundland. *Can. J. Zool.* 69: 2962-2967.
- Marcogliese, D.J., T.M. Goater & G.W. Esch. 1990. *Crepidostomum cooperi* (Alloeocreadiidae) in the burrowing mayfly, *Hexagenia limbata* (Ephemeroptera) related to trophic status of a lake. *Am. Midl. Nat.* 124: 309-317.
- Margolis, L., G.W. Esch, J.C. Holmes, A.M. Kuris, & G.A. Schad. 1982. The use of ecological terms in parasitology. (Report of an ad hoc committee of the American Society of Parasitologists). *J. Parasitology* 68: 131-133.
- Miller, R.R. 1950. Notes on the cutthroat and rainbow trouts with description of a new species from the Gila River, New Mexico. *Univ. Michigan Occ. Pap. Mus. Zool.* 529: 1-42.
- Mpoame, M., & J.N. Rinne. 1984. Helminths of apache (*Salmo apache*), gila (*S. gilae*), and brown (*S. trutta*) trouts. *Southwest. Nat.* 29: 505-506.
- Mudry, D.R. & R.S. Anderson. 1977. Helminths and arthropod parasites of fishes in the mountain national parks of Canada. *J. Fish Biol.* 11: 21-33.
- Muzzall, P.M. 1993. Parasites of parr and lake age chinook salmon, *Oncorhynchus tshawytscha*, from the Pere Marquette River and vicinity, Michigan. *J. Helminthol. Soc. Wash.* 60: 55-61.
- Ruiz-Campos, G. 1993. Bionomía y ecología poblacional de la trucha arcoiris, *Oncorhynchus mykiss nelsoni* (Evermann), de la Sierra San Pedro Mártir, Baja California, México. Tesis de Doctorado, Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey, México.
- Ruiz-Campos, G. & P. Cota-Serrano. 1992. Ecología alimenticia de la trucha arcoiris (*Oncorhynchus mykiss nelsoni*) del Arroyo San Rafael, Sierra San Pedro Mártir, Baja California, México. *Southwest. Nat.* 37: 166-177.
- Ruiz-Campos, G. & E.P. Pister. 1995. Distribution, habitat, and current status of the San Pedro Mártir rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss nelsoni* (Evermann). *Bull. South. Calif. Acad. Sci.* 94: 131-148.
- Sandeman, I.M. & J.H.C. Pippy. 1967. Parasites of freshwater fishes (Salmonidae and Coregonidae) of Insular Newfoundland. *J. Fish. Res. Bd. Canada* 24: 1911-1943.
- Smith, R.H. 1984. *Native trout of North America*. Frank Amato, Portland, Oregon. 144 p.
- Sokal, R.R., & F.J. Rohlf. 1981. *Biometry*. Freeman, San Francisco. 858 p.
- Williams, J.E., J.E. Johnson, D.A. Hendrickson, S. Contreras-Balderas, J.D. Williams, M. Navarro-Mendoza, D.E. McAllister & J.E. Deacon. 1989. Fishes of North America endangered, threatened, or of special concern: 1989. *Fisheries (Bethesda)* 14: 2-20.
- Yamaguti, S. 1958. *Systema helminthum*. Vol. I. Partes I y II. (The digenetic trematodes of vertebrates). Interscience, Nueva York. 1575 p.